

Construcción de un microscopio simple con la lente de un teléfono celular

Ernesto Cyrulies^{1,2}, Mariana Schamne³

¹Universidad Nacional de General Sarmiento, Instituto del Desarrollo Humano, Los Polvorines. Buenos Aires. Argentina.

²Centro de Investigación e Información Educativa, San Miguel. Buenos Aires. Argentina.

ecyrulie@ungs.edu.ar

³Instituto Superior de Formación Docente n° 36, José C. Paz. Buenos Aires. Argentina.

marianamschamne@yahoo.com.ar

[Recibido en septiembre de 2013, aceptado en enero de 2014]

En este artículo se propone la construcción de un microscopio simple recreando el principio de funcionamiento del microscopio de Leeuwenhoek, empleando en este caso una lente de cámara fotográfica de teléfono celular. El dispositivo permite observar y fotografiar estructuras celulares, cuyas imágenes ampliadas posibilitan ver ciertos detalles minúsculos. Se describe una manera sencilla de construirlo con materiales comunes. También se relata la implementación de la propuesta con alumnos de un instituto de formación docente y cuáles fueron sus resultados.

Palabras clave: Microscopio; Lente; Teléfono celular.

Construction of a simple microscope with the lens of a cell phone

In this paper we propose the construction of a simple microscope recreating the operating principle of Leeuwenhoek microscope, using in this case a camera lens of a cell phone. With this device we can observe and take pictures of cellular structures, whose enlarged images allow to see some tiny details. Details are provided to build the microscope in a simple way with common materials. We also report the implementation of the proposal with students of a teacher training institute and the obtained results.

Keywords: Microscope; Lens; Cell phone.

Fundamento teórico

La invención de las primeras lentes y lupas abrió camino a un mundo desconocido por el hombre y permitió descubrir seres minúsculos, estructuras imperceptibles que cobraron imagen y significado ante nuestra atenta mirada. Son muchas las razones por las cuales se estudia la vida microscópica, por ejemplo para investigar en ámbitos de la salud, procesos industriales y biotecnológicos a gran escala y para el sustento de la vida en la Tierra por su importancia ecológica e impacto en el hábitat.

No se conoce con precisión quién o cuándo se construyó el primer microscopio óptico. Sin embargo, vale resaltar que lentes rudimentarias de cuarzo, que permitirían proporcionar una imagen mayor de objetos cercanos, se han encontrado en ruinas de Asiria (705-681 a.C.) en la antigua Mesopotamia (Hecht 2000). Posteriormente, las primeras lentes talladas aparecieron en Europa recién a principios del siglo XIV. Más tarde, en los inicios del siglo XVI comienza la evolución de la microscopía que continúa hasta nuestros días.

Nuestra propuesta de recreación se inspira en el diseño del microscopio que construyera el holandés Anton van Leeuwenhoek. En 1664 Robert Hooke describió los cuerpos fructíferos de mohos, pero la primera persona que visualizó microorganismos con detalle, mediante las lentes pequeñas que él mismo fabricaba, fue Leeuwenhoek. No se conoce que tuviera una

formación científica; leyendo su biografía (Kruif 1986) encontramos que se lo describe como una persona de escasa educación formal, pero era muy entendido y entusiasta en el tallado de lentes. Diseñó un prototipo donde la lente se montaba sobre una placa de latón cerca del extremo de un tornillo ajustable de enfoque, con el que logró aumentos de hasta 300 veces (Garrido Garrido y Barcia González 2011). Fue así como mediante una meticulosa manipulación y un buen enfoque fue capaz de observar microorganismos como los procariotas. Logró, entre otras cosas, descubrir y dibujar por primera vez pequeños organismos invisibles a simple vista, presentes en aguas estancadas, a los que nombró *animáculos*. Hoy se sabe que observó desde células bacterianas hasta protozoos en aguas estancadas, espermatozoides y glóbulos rojos.

El dispositivo que proponemos construir utiliza el mismo principio que el microscopio de Leeuwenhoek, pero haciendo uso de tecnología moderna. Para esto escogemos una lente de gran calidad y muy adecuada para nuestros propósitos: la de un teléfono celular en desuso.

Es sabido que estos aparatos tecnológicos son reemplazados con relativa frecuencia, por desperfectos, acelerada obsolescencia o, simplemente, por deseos de cambio por parte del poseedor. De esta manera, puede afirmarse que el descarte de estos aparatos se convierte en una posibilidad de obtener una lente convergente de muy pequeño tamaño que, de otro modo, sería de difícil adquisición. La misma utilidad tienen las lentes de las webcam de las computadoras portátiles.

La construcción del dispositivo óptico propuesto es sencilla, entendemos que es posible emprenderla en un ámbito escolar con unos pocos elementos y podemos asegurar que las imágenes obtenidas con su empleo son realmente sorprendentes, lo cual estimula la construcción por parte del alumnado.

El primer paso es obtener la lente a partir del desarmado del teléfono. En general, dentro de éste nos encontramos con una placa fijada por pequeños tornillos. Si no se cuenta con el destornillador adecuado (generalmente requiere uno tipo *torx* –estrella de seis puntas– de pequeño tamaño), probablemente deba romperse para poder acceder a la lente, aunque con el suficiente cuidado para no dañar a esta última.

Principio de funcionamiento

El aumento de un microscopio simple se explica con el tamaño aparente que adquiere un objeto haciendo uso de una lente convergente. Esto se puede entender a partir de los esquemas que se muestran en la figura 1.

Cuando se observa un objeto a ojo desnudo a una distancia s , se genera una imagen real e invertida en la retina debido a las propiedades ópticas del cristalino, el cual acomoda según la distancia a la que se encuentre dicho objeto (figura 1a). La distancia mínima a la que se puede enfocar se denomina punto próximo (pp) y es allí donde lo veremos del mayor tamaño posible nítidamente, maximizando el ángulo θ_0 . Si bien la necesaria adaptación del cristalino para conseguirlo varía de persona a persona, el valor normalizado que se adopta es de 25 cm.

Para lograr una imagen de mayor tamaño en la retina puede recurrirse a una lupa o microscopio simple (figura 1b). Si se coloca un objeto delante de una lente convergente a una distancia s , menor (en valor absoluto) a su distancia focal f , se genera una imagen virtual del objeto y_v , derecha y de mayor tamaño. La distancia s_l puede ajustarse de modo tal que la consecuente modificación de la distancia s'_l ubique a la imagen virtual en el pp , con lo cual se obtendrá la mayor ampliación.

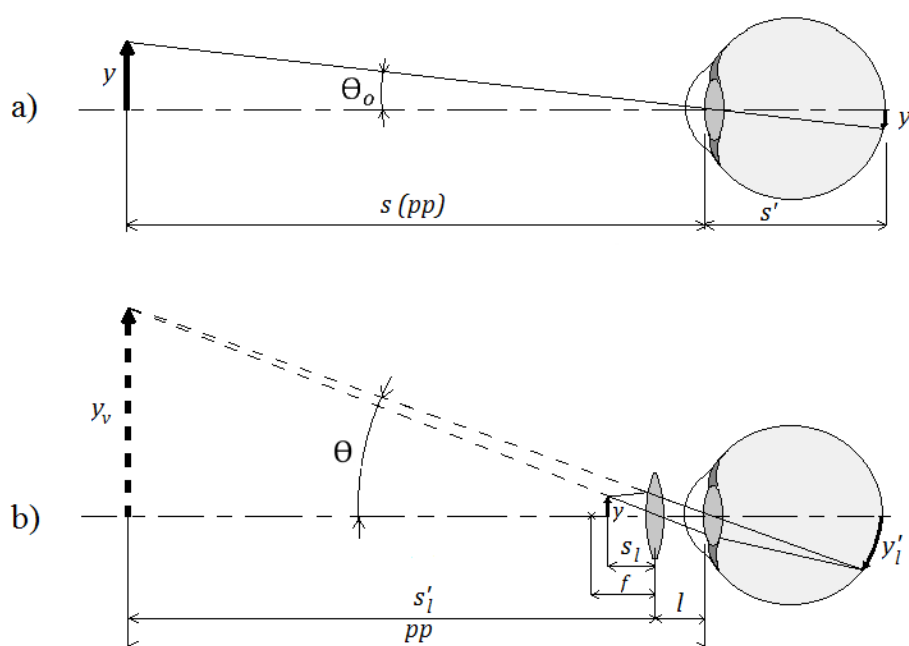


Figura 1. a) Observación de un objeto y situado en el punto próximo pp y formación de imagen en la retina y' . b) Formación de imagen en la retina y'_l con el objeto y a una distancia s_l de la lente, menor a la distancia focal f , tal que la imagen virtual y_v se forma en el punto próximo y con el ojo separado una distancia l de la lente.

El aumento M de la lente se define como $M = y'_l/y'$, donde y'_l es el tamaño de la imagen en la retina producida por el objeto al utilizarse la lente, e y' es el tamaño de la imagen en la retina cuando el objeto es observado directamente y se encuentra a la distancia del punto próximo. Puede entenderse que dicho aumento corresponde al factor angular dado por el cociente θ/θ_0 (consideración válida para pequeños ángulos).

Por otro lado, puede demostrarse a partir de la ley de las lentes delgadas que $M = y'_l/y' = y_v/y$ siendo y_v el tamaño de la imagen virtual producida por la lente en el pp e y el tamaño del objeto ubicado a la distancia s_l de la lente.

Entonces $M = y_v/y = s'_l/s_l$, a partir de esta expresión, considerando que $pp = -s'_l + l$ (s'_l es negativa según convención para nuestra posición de la imagen virtual) y haciendo uso nuevamente de la ley de las lentes delgadas, se obtiene:

$$M = 1 + (pp - l)/f.$$

En nuestro caso, hemos determinado experimentalmente la distancia focal f , obteniendo un valor aproximado de 0,4 cm para la lente utilizada. Tomando dicho valor tenemos:

$$M = 1 + (25 \text{ cm} - l)/0,4 \text{ cm}.$$

Si se observa con el ojo separado a una distancia l igual a f (0,4 cm para nuestra lente), el aumento obtenido será $M = 62,5$.

El valor teórico máximo se obtendría con una distancia $l = 0$, resultando $M = 63,5$.

Valores de este orden permiten visualizar objetos de escala microscópica, células entre otros.

Materiales

Se muestra una lista orientativa de elementos necesarios para la construcción:

- Lente de teléfono celular
- Placa de aluminio de $3,5 \times 13$ cm, 1,5 mm de espesor
- Placa de aluminio de $2,5 \times 8,5$ cm, 0,6 mm de espesor
- Dos tornillos de diámetro 3 mm, largo 1,5 cm
- Dos tuercas de 3 mm
- Una mariposa de 3 mm
- Arandelas
- Pegamento epoxi
- Broche para sostener el portaobjeto

Otros:

- Trípode fotográfico de mesa (opcional)
- Espejo pequeño con montura regulable (opcional)
- Linterna

Construcción

El instrumento puede construirse de maneras muy diferentes. Sin embargo, una condición que exige es lograr un montaje suficientemente rígido que permita mantener el objeto que se desea observar a la distancia requerida de la lente. Para lograr esto, nosotros optamos por construir un soporte (véase la figura 2) que permita ajustar sensiblemente dicha distancia a través de un tornillo (a). De este modo puede calibrarse hasta encontrar el punto en el cual la imagen se vea nítida.

Para el soporte principal (placa A) hemos elegido una planchuela de aluminio de 1,5 mm de espesor, a la que se le practicaron cuatro perforaciones cuya finalidad se observa en la figura.

Por otro lado, la lente fue montada en una segunda lámina de aluminio (placa B), de menor espesor (0,6 mm). Esta lámina se perforó en dos lugares; uno de los orificios permitió sostener dentro de él a la lente con su soporte original y el otro sirvió para sostener esta placa a través de un tornillo (b) vinculándola a la placa (A).

El ajuste de la distancia lente-objeto se consigue por medio del tornillo (a), el cual, al ser enroscado en la tuerca fijada en la placa (A), empuja con su extremo flexionando a la lámina (B). Para un funcionamiento más preciso de este sencillo mecanismo se limó en forma cónica dicho extremo. De este modo se evita que su giro ocasione deslizamiento lateral de la placa (B) respecto de la placa (A).

La muestra es colocada entre portaobjeto y cubreobjeto del modo habitual y éstos se fijan a la placa (A), del mismo lado en que se ubica el tornillo (a), nosotros simplemente la sostenemos con un pequeño broche que ciñe ambas piezas contra la placa. La observación se realiza a través de la lente acercando el ojo a corta distancia de la misma y enfocando con suaves giros del tornillo (a).

La muestra deberá iluminarse convenientemente en su lado posterior, esto es posible hacerlo con una linterna u otra fuente de luz suficientemente intensa. También puede lograrse buena visibilidad haciendo uso de alguna ventana bien iluminada. Nosotros le incorporamos al trípode de sostén un pequeño espejo regulable que permite dirigir la luz incidente, imitando el montaje que poseen los microscopios tradicionales.

Para sostener el microscopio y que pueda usarse en una mesa, a la placa (A) se le practicó un orificio a través del cual la vinculamos a un pequeño trípode de fotografía por medio de su tornillo original y una tuerca. Naturalmente, el dispositivo de sostén puede lograrse de otras maneras o, si se prefiere, puede sostenerse directamente con la mano mientras se observa.

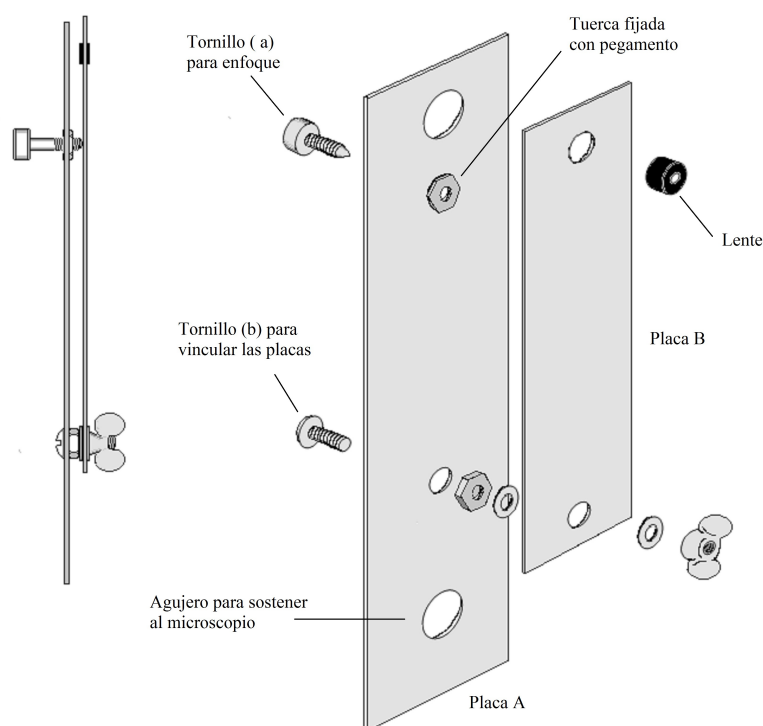


Figura 2. Vista de perfil y detalle de los componentes y su montaje.

Tomando fotografías con el microscopio

El dispositivo construido permite tomar muy buenas fotografías de manera sencilla. El detalle más importante a considerar es lograr una adecuada alineación del eje óptico de la cámara con el del microscopio y a corta distancia de éste. Esto difícilmente se logra sosteniendo la cámara con las manos, por lo cual se sugiere hacer uso de algún soporte para la misma que permita la necesaria alineación. El zoom de la cámara podrá aprovecharse, con lo cual se obtendrá un aumento que resulta igual al producto del aumento del microscopio y el de la cámara. En la figura 3 se muestran varias fotografías tomadas con el microscopio construido por los autores.

Implementación en un instituto de formación docente

Se propuso la construcción del microscopio en un instituto de formación docente con alumnos del profesorado de Biología (Instituto Superior de Formación Docente n° 36 de la provincia de Buenos Aires, Argentina). En dicho ámbito educativo ha tenido gran aceptación por parte de los estudiantes, quienes lograron observaciones satisfactorias de diferentes preparados y estructuras a través de diferentes versiones construidas del instrumento.

En la figura 4 se muestran algunas escenas en el laboratorio del instituto. Algunos estudiantes, docentes ya en ejercicio, lo han implementado exitosamente con alumnos del nivel secundario, participando además con un proyecto que involucra la construcción del microscopio en la Feria Regional de Ciencias y Tecnología de su jurisdicción (Instancia previa a la Muestra Internacional de Ciencia y Tecnología).

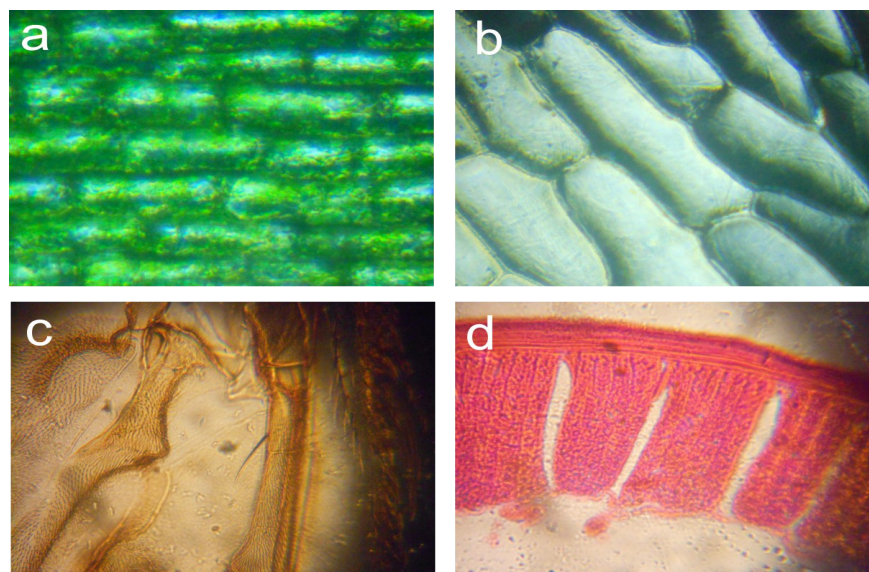


Figura 3. Fotografías tomadas a través del microscopio construido: a) hoja de Elodea, b) catáfila de cebolla, c) ala de mosca y d) corte transversal de lombriz de tierra.



Figura 4. Estudiantes del profesorado de Biología utilizando nuestro microscopio en el laboratorio (arriba). Diferentes modelos contruidos por los alumnos (abajo).

Referencias

- Garrido Garrido B., Barcia González M. (2011) Microscopio de Leeuwenhoek. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (Núm. Extraordinario), 487-490.
- Hecht E. (2000) *Óptica*, 3ª ed. Madrid. Addison-Wesley Iberoamericana.
- Kruif P. (1986) Leeuwenhoek, en *Cazadores de microbios*. Barcelona. Biblioteca Científica Salvat.